PHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNGEN

BEI DER

ANWENDUNG DES MAGENSCHLAUCHES.

Stanford University Library FEB 6 1904

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER MEDICINISCHEN DOCTORWÜRDE

EINER

HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

GROSSH. BADISCHEN RUPRECHT-KARLS-UNIVERSITÄT

ZU

HEIDELBERG

VORGELEGT

VON

PAUL SCHLIPPE,

APPROB. ARZT AUS DARMSTADT.

Stanford University Library FEB 6 1904

NAUMBURG A. S.

LIPPERT & CO. (G. PÄTZ'SCHE BUCHDR.)

1903.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153303_0075

PHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNGEN

BEI DER

ANWENDUNG DES MAGENSCHLAUCHES.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER MEDICINISCHEN DOCTORWÜRDE

EINER

HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

GROSSH. BADISCHEN RUPRECHT-KARLS-UNIVERSITÄT

ZU

HEIDELBERG

VORGELEGT

VON

PAUL SCHLIPPE,

APPROB. ARZT AUS DARMSTADT.

NAUMBURG A. S.

LIPPERT & CO. (G. PÄTZ'SCHE BUCHDR.)

1903.

Gedruckt mit Genehmigung von der medicinischen Facultät der Universität Heidelberg.

Decan:
Hofrath Prof. Dr. **Vierordt.**

Referent:
Geh.-Rath Prof. Dr. **Erb.**

Dem Andenken meines Vaters.

Lebenslauf.

Ich bin geboren in Mainz am 31. October 1878 als Sohn des nunmehr verstorbenen Geheimraths P. A. Schlippe. Meine Schulbildung genoss ich in Darmstadt, wo ich von Herbst 1884 ab zuerst die Gymnasialvorschule, dann das Ludwig-Georgs-Gymnasium und hierauf von Herbst 1891 das Grossherzoglich neue Gymnasium besuchte. Meine Reifeprüfung bestand ich daselbst am 8. März 1897. Meine medicinischen Studien begann ich sodann in Freiburg i. B. und bestand daselbst die ärztliche Vorprüfung im Februar 1899. Nachdem ich ein Semester in München studirt hatte, beschloss ich mein Studium in Heidelberg, wo ich am 28. Februar 1902 das ärztliche Staatsexamen bestand.

Angeregt durch die bei der Aufblähung eines Oesophagusdivertikels zufällig gemachte Beobachtung, dass der zweite Ballon des Doppelgebläses bei tiefer Inspiration ganz zusammenfiel, dass also die Luft in den Oesophagus hineingesaugt wurde, schien es uns interessant, der Frage nach den Druckverhältnissen im Oesophagus und Magen etwas näher zu treten. Es handelte sich in erster Linie einmal darum, die absoluten Druckwerthe im Oesophagus und Magen zu bestimmen und dann zu untersuchen, wie diese Werthe durch ruhige und tiefe, angestrengte Athmung, durch Husten und Pressen beeinflusst werden.

Wenn diese Versuche auch vorwiegend theoretisches physiologisches Interesse haben, so glaubten wir deren Ergebnisse doch praktisch verwerthen zu können, indem wir die in den verschiedenen Abschnitten des oberen Theils des Verdauungstractus zu erwartenden Druckdifferenzen zur Bestimmung der Begrenzung des Oesophagus nach oben und gegen den Magen und zur Entscheidung der Frage des Cardiaverschlusses zu benutzen suchten.

Eine grosse Zahl von Arbeiten beweist uns, wie wichtig das Studium der Druckverhältnisse im Thorax und Abdomen, also auch im Oesophagus und Magen zum Verständniss der Athembewegungen, der Circulation vom Leib zur Brust und zur Erklärung der Mechanik der Verdauung ist.

Bei der Durchsicht der diesbezüglichen Literatur begegnen wir vielen Widersprüchen und Unklarheiten; es kann dies nicht Wunder nehmen bei der grossen Zahl der Factoren, welche

die Druckwerthe im Oesophagus und Magen zu beeinflussen im Stande sind. Verhältnissmässig einfach liegen die Dinge noch beim Oesophagus, dessen Druck in erster Linie vom intrathoracalen Druck abhängig ist, bei dem aber ausserdem durch Contraction oder Erschlaffung seiner muskulösen Wandungen eigene Schwankungen auftreten können. Schliesslich kann auch das Aufsteigen von Luft aus dem Magen in den Oesophagus Veranlassung zu einer Drucksteigerung daselbst sein. — Was den ersten Punkt, den intrathoracalen Druck betrifft, so wissen wir, dass derselbe in hohem Maasse von den Athembewegungen abhängt, einem Factor, der gerade durch das Einführen der Sonde und die dadurch bedingte Unruhe im höchsten Grad variabel ist. Durch den mechanischen Reiz auf die Wand der Speiseröhre wird aber auch deren Muskulatur zur Contraction angeregt, es stellt sich Würgen und Husten ein und das Ablesen constanter Werthe ist dadurch sehr erschwert.

Die im Magen zu beobachtenden Drucke hängen von dem Füllungszustand des Organs und dem Contractionszustand seiner Wandungen, sowie von dem Abdominal-, d. h. dem in der freien Bauchhöhle herrschenden Druck ab. Dieser letztere ist bedingt durch die bei der Athmung und den verschiedenartigsten Bewegungen eintretenden Contractionen des Diaphragmas und der Bauchmuskulatur, ferner, wie Schatz ausführlicher darlegte, von der jeweiligen Stellung des Körpers.

Wie aus dem Gesagten hervorgeht, ist zur Erhaltung constanter Werthe sehr wesentlich, immer unter denselben Versuchsanordnungen zu arbeiten. Viele Arbeiten lassen leider genaue Angaben hierüber vermissen und wir dürfen vielleicht deshalb vorausschicken, unter welchen Bedingungen wir unsere Versuche anstellten. — Die Personen sassen aufrecht, ohne sich anzulehnen auf einem Stuhl und hielten den Kopf mit horizontaler Blickebene. Bei Untersuchungen im Oesophagus verwandten wir einen weichen Magenschlauch (11 mm), dessen Fenster nicht wie gewöhnlich seitlich, sondern in der Längsaxe des Schlauches angebracht war, um einen Abschluss durch Anlegen der Oesophaguswand zu vermeiden. Bei Versuchen im Magen bedienten wir uns der gewöhnlichen seitlich geöffneten Sonden. Wir mussten uns allerdings sagen, dass beim Gebrauch von offenen Sonden durch Eintauchen der Fenster in den Mageninhalt eine Verstopfung derselben eintreten konnte oder, dass durch Anlegen der Magenwände an die Sondenöffnungen fehlerhafte Resultate entstehen können. Wir machten deshalb anfangs Versuche mit einer Sonde, an die wir, gerade wie es

Moritz gethan hatte, eine dünne Gummiblase befestigt hatten, die, soweit dies ohne Erlangung einer Spannung möglich war, leicht aufgebläht wurde. Da dieser Methode jedoch grössere Schwierigkeiten anhaften, wendeten wir dieselbe später nicht mehr an, umsomehr als sich zeigte, dass bei genügender Sorgfalt, d. h. wenn man die Sonde nur wenige Centimeter in den Magen einführte und event. nach entleertem Magen experimentirte, auch mit offenen Sonden eigentlich regelmässig genügend übereinstimmende Resultate erlangt werden können. Die Instrumente wurden, wenn es sich nur darum handelte, Schwankungen zu constatiren, offen eingeführt und dann mit den Registrirapparaten verbunden; zur Bestimmung absoluter Werthe wurden dieselben schon montirt eingeführt. Zur Aufzeichnung benutzten wir in der Regel ein Hg-Manometer, dessen mit einer Feder versehener Schwimmer die Quecksilberschwankungen auf einer berussten Trommel aufschrieb. Zur Darstellung geringerer Schwankungen kam auch oft eine Marey'sche Kapsel zur Verwendung. Mit der eigentlichen Beobachtung wurde immer erst begonnen, wenn sich die anfängliche Erregung des Patienten gelegt hatte und die erhaltenen Resultate wurden erst dann für verwerthbar angesehen, wenn die betreffende Versuchsperson die im speciellen Fall verlangten Verrichtungen zwanglos auszuführen gewohnt war.

Bevor wir nun zur Besprechung der Literatur und der eigenen Beobachtungen übergehen, müssen wir einige anatomische Bemerkungen über die Grenzen des Oesophagus und das Verhalten seines Lumens vorausschicken.[1]) Bei Thieren existirt in der Höhe der Ringknorpelplatte ein Wulst oder ein Abschluss des Oesophagus durch den Musculus palatoglossus. Unsere sichersten Kenntnisse der diesbezüglichen Verhältnisse beim Menschen verdanken wir den Untersuchungen mit dem Oesophagoskop. Miculicz[2]) nimmt an, dass das Lumen des Oesophagus in der Höhe der Ringknorpelplatte durch den Musculus constrictor pharyngis inferior sphincterartig geschlossen sei und dass man von hier an den Beginn des Oesophagus rechnen müsse, eine Annahme, deren Richtigkeit durch das Auftreten makroskopischer und mikroskopischer Veränderung der Schleimhaut an dieser Stelle bekräftigt wird. Die Entfernung dieses Ortes von der oberen Zahnreihe beträgt durchschnittlich 14,8 cm, jedoch ist dieser Werth ziemlich schwankend, was theils

1) Nothnagel's Pathologie und Therapie. Bd. XVI. I. Theil. Abth. 9.
2) Wiener med. Presse. 1881. Nr. 45 ff.

durch das im Alter erfolgende Tiefertreten des Kehlkopfes, theils durch bei extremen Kopfhaltungen eintretende Verschiebung bedingt ist. Der unter der Ringknorpelplatte gelegene, ca. 5 cm lange Halstheil des Oesophagus ist geschlossen, während der nun folgende ca. 18 cm lange Brusttheil durch gelegentliches, vielleicht periodisches Aussetzen des Cardiaverschlusses wechselnde Verhältnisse darbietet. Nach den Untersuchungen von Rosenheim, Hacker und Miculicz steht er meist offen, während die früher allgemein angenommene und namentlich von anatomischer Seite vertretene Ansicht die war, dass die Wandungen des Oesophagus normalerweise an einander lägen. In der älteren Literatur findet man ferner die Speiseröhre als einen überall gleich weiten Canal beschrieben. Jetzt unterscheidet man allgemein 3 Hauptengen. Die erste ist die oben erwähnte am Ringknorpel, die zweite ist in der Gegend der Bifurcation und die dritte Enge befindet sich am Hiatus oesophageus. Bei der Oesophagoskopie sieht man letztere als einen von rechts hinten nach links vorn verlaufenden Spalt, oder die an einander liegenden Wände bilden eine Sternfigur. Aehnlich stellt sich das Bild auch noch nach Passage des Hiatus, also im intraabdominalen Theil des Oesophagus dar. Einen Verschluss der Cardia hat aber Miculicz niemals gesehen und er nimmt deshalb an, dass sie immer offen stehe. Er steht hierin in vollständiger Uebereinstimmung mit den anatomischen Untersuchungen Laimer's[1]), der sagt: „Das 3—4 cm lange abdominale Endstück des Oesophagus geht gewöhnlich unter trichterförmiger Erweiterung seines Lumens in den Magen über und es macht sich nur selten an der Cardia noch eine ringförmige seichte Auskehrung der Oberfläche bemerkbar". Wie Hacker und Rosenheim annehmen, wird der Abschluss des Oesophagus gegen den Magen durch einen ständigen tonisch muskulären Verschluss in der Gegend des Hiatus oesophageus bewirkt.

Die anatomischen Untersuchungen Gubaroff's[2]) lehren, dass das Zwerchfell wohl befähigt ist, einen Verschluss der Speiseröhre zu bewirken, die klinischen Erfahrungen dagegen zeigen, dass dieser Verschluss ein recht schwacher ist, denn beim Erbrechen, wo durch Contraction des Zwerchfells der Oesophagus abgeschlossen werden sollte, öffnet er im Gegentheil sein Lumen. Gubaroff selbst nimmt auch auf Grund experimenteller Untersuchungen noch

1) Wiener med. Jahrbücher. 1883. p. 333—389.
2) Arch. f. Anatomie. 1886. p. 395.

einen besonderen Cardiaverschluss an und denkt an eine Art Ventilwirkung durch Compression des untersten Oesophagusabschnittes durch den gefüllten Fundus ventriculi. Hyrtl dagegen spricht von einer Abknickung der Speiseröhre beim Eintritt in den Magen. Ein eigentlicher Schliessmuskel ist an der Cardia nicht vorhanden, wohl aber ist die hier existirende Muskulatur befähigt, einen Verschluss herbeizuführen. Nach den Thierversuchen von Magendie und Tantini, die uns lehren, dass an der Cardia ein Widerstand gegen Entleerung des Mageninhaltes in die Speiseröhre besteht, sind wir wohl berechtigt, ähnliche Verhältnisse auch beim Menschen anzunehmen.

Von anderen Autoren ist später bewiesen worden, dass die Cardia sich in einem ständigen Contractionszustand befinde, der durch Einflüsse vom Centralnervensystem, die durch die Vagi verlaufen, gegebenenfalls aufgehoben werden kann, ein Befund, den Schiff durch Autopsien am lebenden Hund bestätigte. Diese Frage sollte sich übrigens auch durch systematische Endoskopie an Menschen mit Magenfisteln entscheiden lassen.

Um kurz zusammenzufassen, so geht aus dem Gesagten hervor, dass wir etwa 14,8 cm hinter der oberen Zahnreihe in den geschlossenen Halstheil des Oesophagus eintreten, nach etwa weiteren 5 cm uns im offenen Brusttheil befinden, etwa bei 38 cm den Hiatus oesophageus und bei 40—42 cm die Cardia passiren.

Bei unseren Versuchen sind wir nun vorläufig so vorgegangen, dass wir zuerst einen Magenschlauch, der mit einer Marey'schen Kapsel verbunden war, langsam in den Oesophagus einführten. Nach Ueberwindung des geringen Widerstandes an der Ringknorpelplatte bleibt der Apparat vorläufig ganz in Ruhe, um plötzlich etwa 2—3 cm weiter unten einen starken negativen Ausschlag anzuzeigen. Dieses Maass entspricht etwa der aussen am Hals gemessenen Entfernung vom Ringknorpel bis zur Incisura jugularis. — Unterbricht man nun die Verbindung mit dem Registrirapparat, so hört man und sieht auch beim Vorhalten leicht beweglicher Gegenstände vor die Sondenöffnung, dass bei jeder Inspiration ein Luftstrom in sie hinein, bei jeder Exspiration einer aus ihr herauskommt, dass also die Luft im Oesophagus unter dem Einfluss der Athembewegungen steht. Diese Erscheinung, die lange Zeit unbekannt war und deren Auftreten seinerzeit von C. Gerhardt[1]) für ein Zeichen galt, dass das Schlundrohr in die Luftwege eingedrungen

1) cf. Emminghaus.

sei, darf uns eigentlich nicht Wunder nehmen. Gerhard selbst gab auch gleich, wie bekannt wurde, dass diese Luftströmungen, auch wenn die Sonde im Oesophagus liegt, auftreten, die richtige Erklärung: „Mit der Inspiration werden alle Organe der Brusthöhle unter geringeren Druck versetzt; ein Luftstrom dringt jedoch nur dann in dieselben ein, wenn sie durch starre Röhren oder Canäle, die auf eine sonstige Weise klaffend erhalten werden, mit der äusseren Luft communiciren." Der Druck im Oesophagus wird unter diesen Verhältnissen also abhängig sein einerseits vom Druck in der Pleurahöhle, andererseits vom Zustand der Wandungen der Speiseröhre. Um letztere Frage gleich zu erörtern, so ist es klar, dass bei der Dicke der Oesophaguswandungen Druck und Druckschwankungen kleiner sein müssen als in der freien Pleurahöhle.

Den Pleuradruck bestimmte Donders[1]) an der Leiche, indem er die Retractionskraft der Lungen benutzte, auf 5—33 mm Hg bei Exspirations- und tiefster Inspirationsstellung. Bei Thieren beobachteten Jacobson und Adamkiewicz[2]) durch Punction der Pleurahöhle 3—5 mm Hg bei ruhiger bis 9 mm bei behinderter Athmung. Am lebenden Menschen waren bis vor Kurzem directe Messungen des normalen intrapleuralen Druckes nicht gemacht worden. Aron[3]) hatte unter pathologischen Verhältnissen bei Pyothorax Werthe von negativ 4,5—6,85 mm Hg bei Inspiration — 1,9—3,9 mm bei Exspiration gefunden. Bei kürzlich ausgeführten Punctionen an lebenden gesunden Menschen erhielt derselbe Autor[4]) als Mittelwerth von 36 Messungen bei ruhiger Athmung negativ 4,64 mm Hg auf der Höhe der Inspiration, negativ 3,02 mm bei der Exspiration.

Rosenthal[5]) war der erste, der durch Messungen im Oesophagus den negativen Druck im Thoraxraum zu bestimmen suchte. Er führte die Sonde geschlossen in den Oesophagus ein, stellte dann die Verbindung mit dem Manometer her und erhielt so Werthe von negativ 40—60 mm Wasser, wobei die gewöhnlichen Athembewegungen Schwankungen von nur einigen Millimetern bewirkten. Bei tiefer Athmung erhob sich der Druck auf negativ 100—120 mm Wasser. Rosenthal erkannte aber auch die Schwierigkeiten

1) Arch. f. klin. Med. 1882. S. 152.

2) Centralblatt f. d. med. Wissenschaften. 1873. p. 483.

3) Virchow's Archiv. 126. 1891. p. 517.

4) Die Mechanik u. Therapie des Pneumothorax. Berlin (Hirschwald) 1902.

5) Dubois, Arch. f. Anatomie u. Physiologie, physiol. Abtheilung. 1882. p. 152.

dieser Methode, die darin bestehen, dass durch das Würgen ein Entweichen von Luft neben der Sonde sehr leicht vorkommt, wenn man nicht eine sehr dicke Sonde gebraucht. Er empfiehlt deshalb beim Menschen den Versuch umgekehrt zu machen, d. h. den Schlauch offen in den Magen einzuführen, dann die Verbindung mit dem Manometer herzustellen und die Sonde dann langsam herauszuziehen: „Sobald die Sonde dann durch das Zwerchfell durchgetreten ist und sich im Thoraxraum befindet, springt das Wasser plötzlich im geschlossenen Manometerschenkel in die Höhe und stellt sich auf den negativen intrathoracalen Druck ein, zeigt dann auch jede Inspiration durch eine negative Schwankung an ....“

Emminghaus[1]), der den Einfluss der Athembewegungen auf die Luft in der Schlundsonde genauer studirte, stellte fest, dass unter der Voraussetzung, dass der obere Verschluss des Oesophagus klaffend erhalten wird, der intrathoracale Theil desselben unter dem Einfluss der respiratorischen Druckschwankungen steht. Bei gewöhnlicher Athmung erhielt es In- und Exspirationsdrucke von 2—4 cm Wasser, bei tiefer Athmung Inspirationsdrucke bis zu 22, Exspirationsdrucke bis zu 16 cm Wasser. Beim Husten wurde die Flüssigkeit manchmal aus dem Manometer herausgeschleudert. Martius[2]), der die respiratorischen Schwankungen praktisch zur Diagnose einer Fistula broncho-oesophagealis zu verwerthen suchte, erhielt bei einem gesunden kräftigen Mann von 45 Jahren, während ganz ruhiger gleichmässiger Athmung einen negativen Inspirationsdruck von 4 mm Hg und einen positiven Exspirationsdruck von 1 mm Hg. Bei forcirter Athmung wurden als höchste Werthe für die Inspiration negativ 10, für die Exspiration + 4 mm Hg gefunden.

Das Resultat unserer eigenen sehr zahlreichen, während zweier Monate täglich an mehreren Kranken angestellten Untersuchungen ist folgendes. Der negative Druck im Oesophagus bei Bestimmung durch Einführung einer montirten Sonde von oben her, oder nach Rosenthal vom Magen aus betrug bei mittlerer Thoraxstellung negativ 3,5 mm Hg. Um einen vorläufigen Ueberblick über die im Oesophagus herrschenden Druckschwankungen zu bekommen, verbanden wir das Schlundrohr zuerst mit einer Marey'schen Kapsel und sahen nun, dass jeder Inspiration eine rasch eintretende Drucksenkung, jeder Exstirpation eine langsam verlaufende Drucksteigerung

1) Deutsches Archiv f. kl. Medicin. Bd. XIII. 1874.
2) Charité-Annalen. Bd. 12. 1887.

entsprach. Am Quecksilbermanometer beobachteten wir bei ruhiger Athmung respiratorische Schwankungen von durchschnittlich $^1/_2$ mm, die sich als ein exspiratorisches Steigen und inspiratorisches Sinken des Druckes darstellen. Die Curven lassen ihrer Form nach nichts Besonderes erkennen, indem sie, wie bei den geringen Druckschwankungen und der Trägheit des im Manometer zu bewegenden Materials nicht anders zu erwarten ist, gleichmässig an- und absteigende Erhebungen darstellen. Characteristisch für die Curve bei ruhiger Athmung ist, dass sie sich immer unter der Luftdruckabscisse bewegt, dass also der Druck während beider Respirationsphasen ein negativer ist. Dadurch steht sie in directem Gegensatz zu der Curve, die wir bei tiefer angestrengter Athmung erhalten. Hier kann der Druck auf der Höhe der Exstirpation nämlich positiv werden. Auf der Höhe der Exstirpation betrug der Druck durchschnittlich + 0,35 mm Hg auf der Höhe der Inspiration negativ 8 mm. Aus einer grösseren Zahl von Beobachtungen betrugen bei tiefer Athmung die Druckschwankungen 8 mm Hg. Was die Form der Curven betrifft so ist klar, dass bei einem so willkürlichen und individuell verschiedenen Athemtypus, wie ihn die tiefe Athmung darstellt, eine Uebereinstimmung nicht zu erwarten ist. In einem Fall sehen wir denn auch den exspiratorischen ansteigenden Schenkel steiler als den inspiratorischen abfallenden. In der grossen Mehrzahl der Fälle aber ist die Aehnlichkeit der Druckcurven mit den Athemcurven sofort auffällig, indem der zeitlich kürzeren Inspiration auch ein rascher abfallender inspiratorischer Schenkel entspricht, während entsprechend der länger dauernden Exspiration, die Drucksteigerung ganz langsam erfolgt. Natürlich beobachteten wir auch Uebergänge zwischen diesen beiden Extremen. Wegen der vollständigen Uebereinstimmung unserer zahlreichen Curven mit den in den Arbeiten anderer Autoren veröffentlichten, glauben wir von einer Reproduktion derselben absehen zu können. — Viel bedeutender wurden die Druckschwankungen dann, wenn man den Patienten aufforderte den Mund um die Sonde fest zu schliessen und nachdem er auch die Nase zugehalten hatte, tiefe Athembewegungen zu machen. Die durchschnittlichen Schwankungen betrugen dann 18 mm Hg, wobei namentlich die exspiratorische Erhebung des Druckes sehr bedeutend (durchschnittlich auf 9,7 mm) war. Liessen wir den Patienten nach tiefer Inspiration die Luft anhalten und dann stark pressen, so konnten wir im Oesophagus positive Druckwerthe von 90 bis 120 mm Hg erlangen, wobei die Drucksteigerung direct proportional ist der Tiefe der vorausgegangenen Inspiration.

Die stärkste Drucksteigerung beim Husten betrug 80 mm Hg. Bei allen diesen Versuchen warfen wir uns die Frage auf, ob vielleicht die Lage der Sonde entweder im oberen oder im unteren Oesophagusabschnitt von Einfluss wäre; jedoch können wir diese Frage dahin beantworten, dass eine constante Differenz zwischen den Resultaten bei den verschiedenen Versuchsanordnungen nicht zu finden war, vorausgesetzt, dass das Sondenfenster sich nur nicht ober- oder unterhalb des intrathoracalen Theiles des Oesophagus befand.

Es schien uns ferner interessant und im Hinblick auf die Diagnose von Oesophaguserweiterungen oder -verengerungen auch von praktischer Bedeutung, ob man nicht durch Bestimmung der bei tiefer Athmung in den Oesophagus hineingeathmeten Luftmenge, also des Athemvolumens des Oesophagus einen Begriff von der Grösse des Lumens bekommen könne. Zu diesem Zweck verbanden wir die in die Speiseröhre eingeführte Sonde mit einem T-förmigen Glasrohr, dessen einer Schenkel offen blieb und zur Inspiration diente. Der andere war mit einer Glasröhre verbunden, die — nachdem der offene Schenkel zugehalten war — die Exspirationsluft aus dem Oesophagus unter Wasser in einem umgekehrten graduirten Cylinder auffing. Dabei wurde besonders darauf geachtet, daß der einströmenden Luft möglichst wenig Widerstand begegnete.

Bei einer zur Beurtheilung des Werthes der erhaltenen Resultate nothwendigen Kritik dieser Methode finden wir, dass derselben doch manche Fehlerquellen anhaften. Erstens nämlich ist die Fähigkeit tief zu inspiriren bei verschiedenen Menschen sehr wechselnd und selbst gesetzt, sie wäre gleich, so würde doch der Oesophagus je nach der Dicke und Festigkeit seiner Wandungen in den einzelnen Fällen verschieden stark durch den negativen Druck im Thorax ausgedehnt werden. Zweitens aber wird möglicherweise bei der nun folgenden Exspiration die Luft nicht alle aus dem Oesophagus herausgeathmet oder sie entweicht bei zu plötzlicher Exspiration neben der Sonde vorbei. Wir machten deshalb den Versuch den Oesophagus auszupumpen, indem wir nach der Angabe Kelling's[1]) zur Bestimmung der Magengrösse mittels Luft, das unter den graduirten Cylinder führende Glasrohr bis über den Wasserspiegel im äusseren Gefäss erhoben, so dass auf die einmal austretende Luft weiter ein Zug ausgeübt wird. Diese Ver-

1) Deutsche med. Wochenschr. 1892.

suche schlugen aber fehl, weil entweder das Sondenfenster sich verlegte, oder Luft neben der Sonde in den Oesophagus eingesaugt wurde. Wir begnügten uns daher unter Annahme der oben genannten Fehlerquellen mit den Versuchen, deren Resultat wir in folgender Tabelle zusammengestellt haben.

Nr.	Versuchsperson	Einzelwerthe	Mittelwerth
1	I	31, 31, 29, 34, 29,	30,8
2		22, 23, 27, 27	24,7
3	II	10, 11, 9, 10, 12, 10	10,3
4	III	23, 47, 32, 28, 50	36,6
5		18, 18, 28, 24, 18, 22	21,0
6		18, 22, 20, 22 20	20,4
7	IV	12, 22, 26, 14, 28	20,4
8		20, 20, 24, 32	24,0
9	V	28, 18, 30, 18	23,5
10		aus 5 Athemzügen	15,5
11	VI	„ 3 „	10,0
12		„ 6 „	9,0
13		„ 6 „	10,0
14	VII	22, 24, 28, 30, 16 (?)	24,0
15	VIII	20, 26, 24, 26, 24	24,0
		15 Untersuchungen Gesammtsumme	303,9

Gesammtmittel 20,3.

Bei jedem einzelnen Versuch waren die in ccm Luft ausgedrückten Athemvolumina recht constant, z. B. athmete Versuchsperson II in sechs auf einander folgenden Athemzügen je 10, 11, 9, 10, 12 und 10 ccm Luft aus dem Oesophagus aus. Wiederholten wir jedoch die Versuche an derselben Person an verschiedenen Tagen, so stellten sich schon beträchtliche Differenzen ein (vergl. Versuchsperson I). Das geringste und grösste Luftquantum, welches ausgeathmet wurde, betrug 9 resp. 50 ccm. Im Durchschnitt athmete ein kräftiger Mann in mittlerem Alter 20,3 ccm Luft aus dem Oesophagus aus.

Wir hatten auch Gelegenheit, in der Ambulanz das Athemvolumen des Oesophagus bei einem Manne festzustellen, bei dem aus dem Symptomencomplex und der Untersuchung mit Divertikelsonden mit grosser Bestimmtheit ein nach links sich erstreckendes grosses Divertikel im unteren Abschnitte der Speiseröhre diagnosticirt werden konnte. Dieser Mann athmete in vier auf einander folgenden Athemzügen 88, 88, 100 und 106 ccm Luft aus dem Oesophagus aus, sein mittleres Athemvolumen betrug also 95,5 ccm. — Wie wir also sehen, sind die Athemvolumina des Oesophagus bei verschiedenen

Personen sehr verschieden gross; jedoch sind sie alle noch im Verhältniss zu den in wirklich pathologischen Fällen beobachteten Resultaten, z. B. bei unserem Mann mit Divertikel so unverhältnissmässig viel kleiner, dass wir unserer Methode zur Diagnose derartiger Oesophaguserkrankungen eine gewisse Bedeutung zumessen zu dürfen glauben. Vielleicht stellt sich mit der zunehmenden Zahl derartiger Versuche und im Verein mit der klinischen Erkenntniss heraus, dass die grossen Werthe (z. B. von 50 ccm), die wir jetzt noch als Schwankungen innerhalb der physiologischen Grenzen ansehen, der Ausdruck sind für eine geringere oder grössere Atonie der Muskulatur des Oesophagus, so dass auch zu deren Erkenntniss die Anstellung dieser Versuche dienlich werden könnte.

Vergleichshalber schrieben wir auch bei diesem Manne mit Oesophagusdivertikel die Druckschwankungen bei ruhiger Athmung auf und fanden sie, wie vorauszusehen, bedeutend stärker als unter normalen Verhältnissen. Auf der Höhe der Inspiration herrschte ein negativer Druck von durchschnittlich 4,3 auf der Höhe der Exspiration von neg. 3,5 mm Hg. Auch beim Pressen beobachteten wir einen sonst unerreichten Werth von ca. 160 mm Hg.

Der zweite Theil unserer Arbeit bestand darin, den im Magen herrschenden Druck zu bestimmen. Nach Analogie mit dem Oesophagus sollte man annehmen, dass der Druck in erster Linie von dem intraabdominalen, d. h. dem in der freien Bauchhöhle herrschenden Druck abhängig sei. Von Angaben über directe Messungen des letzteren findet sich nur in Landois' Handbuch der Physiologie folgende den Untersuchungen Verstracten's entnommene Notiz: „Der im Abdomen herrschende sog. Abdominaldruck steigt in der Regel bei der Exspiration und sinkt bei der Inspiration beim Menschen und Hunde." Diese Bemerkung hat wegen ihrer Ungenauigkeit und des Fehlens jeder Erklärung bei Qurin eine gerechte strenge Kritik erfahren. Alle weiteren Untersuchungen über den normalen intraabdominellen Druck bestehen in Messungen in den Eingeweidehöhlen. Die Resultate dieser Experimente können natürlich nicht ohne Weiteres auf den intraabdominellen Druck übertragen werden; man braucht nur an die durch Contraction der muskulösen Wandungen möglichen Eigendrucke in Magen und Darm zu denken. Braune[1]) vertritt in seiner Arbeit über die Oberschenkelvene des Menschen in überzeugender Weise folgende An-

1) Die Oberschenkelvene des Menschen. Leipzig 1871.

schauung: „Die Bauchhöhle stellt einen von den in ihr eingeschlossenen Organen complet ausgefüllten Raum dar, auf welchen von Seiten der muskulösen Wände im Zustand der Ruhe kein Druck ausgeübt wird; ein solcher tritt nur auf, wenn die ihn ausschliessenden platten Muskeln sich contrahiren und die sog. Bauchpresse bilden. Zu einem anderen Resultat kam Schatz,[1]) der bei Druckmessungen in Rectum und Blase beim aufrechten Stehen einen positiven Druck von 30 ccm Wasser fand. Im Magen hat der Autor, der an sich selbst experimentirte, diesen Druck wegen des ständig eintretenden Erbrechens nicht constatiren können. Aus seinen Versuchen schloss er, dass ein positiver intraabdomineller Druck bestehe und er suchte sich denselben folgendermaassen zu erklären. Er sieht die ganze, die Körperhöhlen umfassende Muskulatur als ein einheitliches System an, das durch die Rippen von der Wirbelsäule, der es vermöge seiner Spannung sich zu nähern sucht, ferngehalten wird. Nun sind aber die Rippen diesem Druck nicht ganz gewachsen, sie biegen sich zusammen, deshalb wird die Abdominalhöhle verkleinert, und da ihr Inhalt nicht entweichen kann, der Druck in ihr gesteigert. Ganz abgesehen davon, dass manche Voraussetzung hierbei nicht erwiesen ist, wurde die Unhaltbarkeit dieser Theorie durch experimentelle Untersuchungen Weisker's[2]) erwiesen. Im Rectum bestätigten sich ihm die Schatz'schen Angaben, im Magen aber, wo doch nach der Theorie derselbe Druck zu erwarten gewesen wäre, fand er nur viel geringere Werthe bei aufrechter Stellung. In den verschiedensten Körperlagen, die Weisker dadurch einnahm, dass er auf eine Leiter festgebunden sich um seine Querachse drehen liess, nahm der Meniscus des mit der Schlundsonde verbundenen Wassermanometers immer etwa die Höhe des höchsten Punktes der Bauchhöhle ein. Er fand also, dass der Druck in den Eingeweidehöhlen jeweils nur von der auf dem Ort der Messung ruhenden Last der Eingeweide bestimmt werde. Am klarsten zeigte sich das bei gleichzeitiger Bestimmung des Druckes in Magen und Rectum. Bei aufrechter Stellung beobachtete Weisker einen geringen Druck im Magen, dagegen hohen Druck im Rectum, während bei Umdrehung zur Kopfstellung sich dieses Verhältniss gerade umkehrte. Es scheint Weisker nach alledem angezeigt, den Ausdruck „intraabdominaler Druck", nur dann in Anwendung

1) Archiv f. Gynäkologie. 1872.
2) Jahrbücher der in- und ausländischen Medicin. 1888.

zu bringen, wenn man von einem Drucke in Folge der Bauchpressenthätigkeit sprechen will. Diese Auseinandersetzungen scheinen indessen wenig Beachtung gefunden zu haben; speciell in der gynäkologischen Literatur wurde nach wie vor vielfach auf den intraabdominellen Druck, als einheitlichen, constanten Factor, bei der Erklärung der Lageveränderungen der Organe zurückgegriffen.

Deshalb haben in neuester Zeit verschiedene Autoren die Frage nochmals einer kritischen Betrachtung unterzogen. Robert Meyer[1]) sprach seine Ansicht dahin aus, dass von einem einheitlichen intraabdominellen Druck nicht die Rede sein könne, dass vielmehr der Druck zu jeder Zeit und an jedem Punkt der Bauchhöhle verschieden gross sei. Er denkt sich den Gesammtdruck aus zwei Componenten zusammengesetzt. Erstens setzen die elastischen Bauchdecken einer Dehnung von innen heraus z. B. durch Gase einen Widerstand entgegen, üben also einen Druck auf den Bauchhöhleninhalt aus, der überall verschieden und zwar überall so gross ist, dass er mit dem atmosphärischen Druck zusammen dem von innen auf die Bauchwand ausgeübten Druck das Gleichgewicht hält. Dazu kommt aber zweitens der Druck der Schwere der verschiedenen Eingeweide der sich in Gasen und Flüssigkeiten nach allen Seiten gleichmässig, in festen Körpern jedoch nur parallel zur Druckrichtung fortpflanzt und dadurch die Mannigfaltigkeit der Druckerscheinungen erhöht. Dem gegenüber betonte Kossmann[2]), dass der Druck der Schwere der Eingeweide und local wirkende Muskelkräfte mit dem intraabdominellen Druck nichts zu thun habe, da hierunter nur der Druck zu verstehen sei, den der Inhalt auf die Wandung und die Wandung auf den Inhalt ausübt. Dieser Inhaltsdruck müsse aber an jeder Stelle gleich gross sein, wenn er auch zu verschiedenen Zeiten sehr wechselnd sei, da zu dem jedenfalls im Abdomen herrschenden Atmosphärendruck noch der Druck der im Abdomen sich entwickelnden Gase komme. Ein letztes, die Verschiedenheit der Ansichten erklärendes Wort hat endlich Hagen[3]) gesprochen. Er gibt zu, dass bei Voraussetzung einer rein passiven elastischen Begrenzung der Bauchhöhle, die Beweisführung für die Nichtexistenz eines Druckes in derselben ganz correct durchgeführt ist, bestreitet aber in praxi die Berechtigung einer derartigen Annahme, da wir keine Körper-

1) Centralbl. f. Gynäkologie. 1902. Nr. 22.
2) Centralbl. f. Gynäkologie. 1902. Nr. 27.
3) Centralbl. f. Gynäkologie. 1902. Nr. 34.

stellung einnehmen, fast keine Bewegung machen, nicht athmen können ohne die muskulöse Begrenzung der Bauchhöhle in Contraction zu versetzen und dadurch den Druck in derselben zu erhöhen. In der Bauchhöhle findet also ein beständiger allgemeiner Druckwechsel statt. — Kann der intraabdominelle Druck auch negativ werden? Hamernjk (bei Schatz) beobachtete, dass bei Eröffnung der Bauchhöhle an Cadavern die Brusthöhle sich noch mehr verkleinerte, wie das an der zunehmenden Wölbung des Zwerchfells und einem in die Trachea eingebundenen Manometer ersichtlich war und er zog daraus den Schluss, dass der Abdominaldruck ein negativer sein müsse. Referent vertritt jedoch die Anschauung, dass es sich dabei wahrscheinlich um eine mit Eintritt der Todtenstarre auftretende Inspirationsstellung des Thorax handele. Schatz glaubte aus dem Einziehen des Beckenbodens und dem Einströmen von Flüssigkeit aus dem Manometer in Rectum, Blase und Scheide bei Knieellenbogenlage die Existenz eines negativen intraabdominellen Druckes annehmen zu dürfen. Dagegen ist zu erwidern, dass bei derartigen Lageveränderungen die nach vorn fallenden Eingeweide einen Zug auf die im Beckenboden fixirten Hohlräume mit schlaffen Wandungen ausüben, wodurch ein Sinken des Druckes in demselben auftritt (Weisker). Die Einziehung des Beckenbodens jedoch ist eine Ausgleichsbewegung, wie sie immer bei Gestaltsveränderungen eines Raumes mit elastischen Wandungen auftreten muss, wozu noch der Zug und die Entlastung durch die nach vorn fallenden Eingeweide kommt (Meyer).

Die Frage nach den Schwankungen des Abdominaldruckes, wie sie namentlich durch die Atembewegungen hervorgerufen werden, suchte Qurin[1]) auf dem Wege des Thierexperimentes zu lösen. Es ist klar, dass bei Tiefertreten des Zwerchfells oder bei Contraction der Bauchmuskeln der Abdominaldruck erhöht wird, während eine stärkere Wölbung des Zwerchfells, eine Erweiterung der unteren Thoraxappertur oder eine Erschlaffung der vorher contrahirten Bauchmuskeln eine Drucksenkung daselbst bewirken muss. Qurin band den vorher narkotisirten Thieren eine Glaskanüle luftdicht in das Peritoneum ein und übertrug die Druckschwankungen auf ein schreibendes Wassermanometer. Die so erhaltenen Werthe waren jedoch ausserordentlich wechselnd. Bei ruhiger Athmung, welche vorwiegend durch das Diaphragma vor sich geht, wird bei der Inspiration die Abdominalhöhle ver-

1) Deutsches Archiv für klinische Medicin. 1901. Bd. 71. p. 79.

kleinert und es kommt zur Drucksteigerung. Beim Exspirium ist der Abdominaldruck gleich dem atmosphärischen plus demjenigen, welcher durch den Tonus der gesammten Bauchmuskulatur ausgeübt wird. Er ist also während beider Respirationsphasen positiv, bei der Exspiration jedoch niedriger als bei der Inspiration. Bei angestrengter Athmung, bei der für die Inspiration das Zwerchfell eine untergeordnete Rolle spielt und hauptsächlich die anderen Inspiratoren in Kraft treten und bei der während der Exspiration auch die Bauchpresse in Thätigkeit tritt, beobachtete er die umgekehrten Druckschwankungen, also inspiratorisches Sinken und exspiratorisches Steigen des Druckes. Dabei waren die Druckunterschiede viel grösser als bei ruhiger Athmung. Der Druck blieb in der Regel positiv, wurde jedoch einmal negativ, indem „nach starker Exspiration die stark contrahirten Bauchmuskeln rasch erschlafften".

Nachdem wir nun die Druckverhältnisse im Abdomen studirt und gesehen haben, welche Einflüsse wir von dieser Seite auf die Druckverhältnisse in den Eingeweidehöhlen erwarten können, wollen wir direct zu den von den verschiedenen Autoren bei Messungen des Magendrucks erhaltenen Resultaten übergehen. Rosenthal (cf. oben) beobachtete beim Einführen der Sonde in den Magen einen geringen positiven Druck, Schreiber dagegen sah ebenso, wie wenn die Sonde sich im Oesophagus befände, auch im Magen ein Ansteigen des Wassers im geschlossenen Schenkel des mit der Sonde verbundenen Manometers. Ein Unterschied soll nur in den verschiedenen Graden des negativen Druckes bestehen, indem er im Magen geringer ist, etwa nur 5—10 höchstens 15 mm Wasser beträgt. Das Auftreten eines positiven Magendrucks fasst Schreiber als einen Contractionsdruck des durch die Sonde mechanisch gereizten Magens auf. — Auch die Frage nach den respiratorischen Schwankungen war lange unklar. Griesinger und Gerhardt theilen mit, dass die im Oesophagus beobachteten respiratorischen Schwankungen bei Eintritt der Sonde in den Magen aufhörten. Emminghaus und Schreiber schien es, als ob sie fortbeständen, nur bedeutend schwächer würden. Rosenthal beobachtete, dass umgekehrt wie im Oesophagus der Magendruck bei der Inspiration steige und bei der Exspiration falle. Auch Kelling[1]) hält diese Erscheinung für die Regel, doch komme bei Ueberwiegen der costalen über die diaphragma-

1) Deutsche med. Wochenschr. 1892. p. 1160.

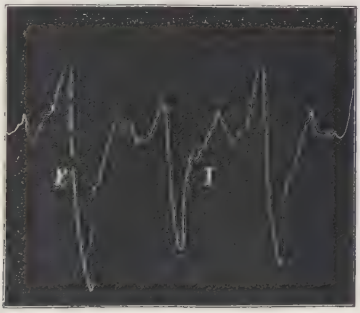
tische Athmung auch das Gegentheil vor, wenn nämlich die durch die Senkung der Rippen bedingte Verkleinerung des Abdomens grösser ist, als die entsprechende Vergrösserung durch Hochtritt des Zwerchfells. — Moritz[1]), der mit einer mit leicht aufgeblähtem Gummiballon montirten Sonde experimentirte, fand regelmässig im Magen einen positiven Druck, der zwischen 2 und 16 ccm Wasser schwankte und meist 6—8 ccm betrug. Die grosse Verschiedenheit dieser Druckwerthe in verschiedenen Körperlagen führte Moritz, wie seinerzeit Weisker zu der Ansicht, dass der Druck im Magen wenigstens zum Theil durch den Druck der auf ihm lastenden Eingeweide speciell der Leber bedingt sei. Die Thatsache, dass constante Druckunterschiede zwischen Sitzen und Stehen beobachtet wurden, wobei doch die Lage der Eingeweide zum Magen dieselbe blieb, führte zur Erkenntniss, dass der zweite Factor, der den intrastomachalen Druck bedingt, der intraabdominale Druck ist. Eine ganze Reihe von Beobachtungen weisen darauf hin, dass auch tonische Contractionszustände des Magens eine Rolle spielen und schliesslich können auch Dehnungen der Magenwand durch starke Füllung des Organs Ursache einer Drucksteigerung sein. Dieser wechselnde, aber constant vorhandene intrastomachale Druck unterliegt nun Steigerungen, die activer Natur sein können, wenn sie durch Bewegungen des Magens selbst bedingt sind, oder passiver Natur, insofern die benachbarten muskulösen Organe eine Drucksteigerung bewirken können. Hierbei ist hauptsächlich an die bei der Athmung thätigen Muskeln und an die Nähe des Herzens zu denken. Moritz beobachtete respiratorische Schwankungen, die gewöhnlich inspiratorisch steigend und exspiratorisch fallend waren. Bei ruhiger Athmung betrug die inspiratorische Druckvermehrung 2—12 cm Wasser, bei tiefer Athmung bis 50 cm. Tiefste Exspirationen mit Inanspruchnahme der Bauchpresse bewirkten auch Drucksteigerungen und zwar bis zu 60 cm Wasser, während beim Pressen bei geschlossener Glottis bis 330 cm Wasserdruck beobachtet wurde. Viel unbedeutender waren die pulsatorischen Schwankungen, die gewöhnlich nur 0,5—2 cm Wasser betragen und wohl vom Herzen (nicht von der Aorta) ausgehen, wie daraus hervorgeht, dass dieselben bei Stellungen in denen das Herz dem Magen besonders nahe ist, z. B. sitzend, bei tiefer Exspiration bedeutender wurden und selbst bis 6 cm betrugen.

Nach unseren eigenen Beobachtungen, die so gemacht wurden,

1) Zeitschr. für Biologie (Kühne, Voit). Bd. XXXII. 1895. p. 313.

dass die Sonde 43 cm, also sicher in den Magen eingeführt wurde, ohne jedoch auf die untere Wand aufzustossen, beträgt der im Magen durchschnittlich herrschende Druck 4 mm Hg positiv. Durch Versuche an 2 Fällen mit Gastrostomien ergaben sich ebenfalls 2—4 mm Hg. (Bei Bettruhe und Rückenlage der Patienten.)

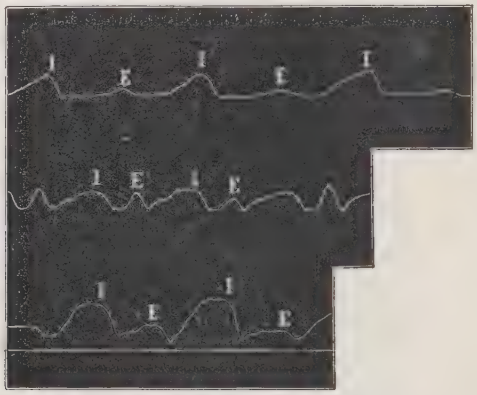
Bei ruhiger Athmung waren die Druckschwankungen sehr gering und betrugen durchschnittlich ca. 1 mm Hg, wobei der Druck inspiratorisch stieg und exspiratorisch fiel. Manchmal waren am Quecksilbermanometer respiratorische Schwankungen überhaupt nicht nachweisbar, eine Erscheinung, die wir so deuten können, dass costale und diaphragmatische Athmung sich das Gleichgewicht halten. Bei Aufzeichnung des Druckes mittelst einer Marey'schen Kapsel zeigte sich, dass der langsamer ansteigende inspiratorische Schenkel meist von einer grösseren Drucksenkung unterbrochen war und mit kleineren Erhebungen öfters besetzt war, welch letztere wir vielleicht als vom Herzen ausgehend betrachten können (vgl. Fig. 1).



Curve 1. Respiratorische Druckschwankungen im Magen bei ruhiger Athmung, aufgezeichnet mittelst einer Marey'schen Kapsel.
E = Exspiration; I = Inspiration.

Bei tiefer Athmung waren wie im Oesophagus, so auch im Magen die Resultate sehr wechselnde. In einem Fall beobachteten wir ein inspiratorisches Steigen und exspiratorisches Fallen des Druckes, in einem anderen dagegen den umgekehrten Typus. Bei weitem am häufigsten stellte die Curve sich aber folgendermaassen dar (vgl. Fig. 2). Bei der Inspiration erfolgt zuerst ein rascher unbedeutender Druckabfall, durchschnittlich bis auf 3 mm Hg, dann ein Ansteigen des Druckes auf sehr wechsende Höhe und von sehr wechselnder Dauer. Im Allgemeinen erstreckt sich die Drucksteigerung am Ende der Inspiration über eine längere Zeitdauer

als der anfängliche Abfall und der Druck ist am Ende der Inspiration in der Regel niedriger als am Anfang derselben, jedoch kann es sich auch umgekehrt verhalten. Bei der Exspiration erfolgt zuerst eine der vorhergegangenen kleinen Steigerung entsprechende rasche Drucksenkung, auf die eine zeitlich und quantitativ überwiegende Steigerung folgt, so dass am Schluss der Exspiration der höchste Druck von durchschnittlich 11 mm Hg erreicht ist. Die Erklärung für dieses complicirte Curvenbild liegt wohl darin, dass die Inspiration rein costal beginnt, dabei durch grosse Ausdehnung der unteren Thoraxappertur die Abdominalhöhle vergrössert wird und der Druck daher sinkt. Zum Schluss der Inspiration kommt dann, wenn nach Fixation seiner Ansatzpunkte das Zwerchfell seine



Curve 2. Respiratorische Druckschwankungen im Magen bei tiefer Athmung aufgezeichnet mittelst Hg-Manometers.

ganze Kraft enttalten kann, noch eine Drucksteigerung zu Stande. Bei der nun folgenden raschen Erschlaffung des Zwerchfells fällt der Druck, um sich am Ende der Exspiration unter dem Einfluss der Bauchpresse zu erheben. Die Entscheidung, ob diese Auffassung richtig sei, glaubten wir durch eine gleichzeitig erfolgende Registrirung des Leibumfanges herbeiführen zu können. Nach Mosso[1]) ist der Leibumfang abhängig von den Bewegungen des Zwerchfells und des Thorax. Tritt das Zwerchfell tief, so vergrössert sich der Leibumfang, eine Erscheinung, die auch dadurch hervorgerufen sein kann, dass der Brustkorb sich senkt und die untere Thoraxappertur sich verkleinert. Nimmt die Wölbung des Zwerchfells zu, so wird der Leibumfang verkleinert, ebenso wie wenn durch starkes Heben

1) Archiv f. Physiologie. 1878. S. 441.

des Brustkorbes die untere Thoraxappertur erweitert wird. Wir werden also in dem Curvenbild gleiche Erscheinungen durch antagonistische Bewegungen erhalten.

Je nach der Athmungsphase, in der wir die Beobachtung machen, können wir natürlich entscheiden, welcher von den beiden Factoren die betreffende Veränderung des Leibumfanges hervorgerufen hat; so wird z. B. eine Vergrösserung desselben bei der Inspiration nicht durch ein Sinken des Brustkorbes, was eine exspiratorische Bewegung ist, sondern durch ein Tiefertreten des Zwerchfells bedingt sein. — Es wurde daher in Nabelhöhe ein mit einer Marey'schen Kapsel verbundener Pneumograph um den Leib gelegt, der bei jeder Zunahme des Leibumfanges eine absteigende Linie, bei Abnahme desselben eine aufsteigende auf eine berusste Trommel aufzeichnete (vergl. Fig. 3). Bei dieser Versuchsanordnung sahen wir als Bestätigung unserer Annahme im Moment der 2. Phase der Inspiration, wenn die Drucksteigeruug eintritt, eine Vergrösserung des vorher abnehmenden Leibumfanges eintreten, während der anfänglichen exspiratorischen Drucksenkung eine Verkleinerung des bei der Exspiration im Allgemeinen zunehmenden Leibumfanges entspricht. Die durch den Pneumographen aufgezeichnete Curve ist also das directe Spiegelbild der Magendruckcurve.

Curve 3. Obere Curve: Abdominalumfang, untere Curve: intrastomachaler Druck gleichzeitig registrirt.

Durch Husten und Pressen wurde der Magendruck ausserordentlich wechselnd beeinflusst. Beim Husten beobachteten wir Drucksteigerungen von positiv 80—116 mm Hg, also bedeutendere Erhebungen, als wir im Oesophagus beobachtet haben. Beim Pressen erwarteten wir diese Erscheinung von vornherein, doch blieben die gefundenen Werthe von 48, 84—112 mm Hg hinter den im Oesophagus beobachteten um ein Geringes zurück. Es handelt sich dabei wohl um Versuchsfehler, denn beim Würgen, wo noch neben der Bauchpresse auch die Contraction der Magenwandungen als drucksteigender Factor in Betracht kommt, wurde der Druck bis auf 212 mm Hg gesteigert. Einen negativen Magendruck beobachteten wir bei unseren im Sitzen ausgeführten Versuchen nie, wohl aber näherte er sich sehr der Luftdruckabscisse oder wurde auch gleich, wenn wir bei geschlossenem Mund

und zugehaltener Nase tiefe Respirationsbewegungen machen liessen. Die Druckschwankungen betrugen dabei 18—20 mm Hg.

Bei einem kurzen Vergleich dieser im Magen erhaltenen Resultate mit den von anderen Autoren bei Druckmessungen im Rectum und der Blase gefundenen Werthe ergibt sich im Wesentlichen eine Uebereinstimmung der Befunde. So zieht Schatz aus den Braune'schen Versuchen mit Wasserklystiren den Schluss dass der intraabdominale Druck positiv sei und ca. 30 ccm Wasser betrage. Nur Luciani[1]) beobachtete bei ruhiger Athmung im Rectum ständig einen negativen Druck. Auch bei tiefer Athmung wurde er nur auf der Höhe der Inspiration positiv, während wenn man das Versuchsthier durch Erstickungsgefahr unter Anwendung aller auxiliärer Athemmuskeln athmen liess, der exspiratorische Druck stark positiv, der inspiratorische nur schwach negativ wurde. Also auch im Rectum gehen die respiratorischen Druckschwankungen bei ruhiger Athmung entgegengesetzt, bei tiefer Athmung gleichsinnig denen in der Thoraxhöhle. Dasselbe Verhalten constatirte auch Dubois[2]) bei seinen Messungen des Blasendruckes; doch beobachtete dieser Autor manchmal bei tiefer Athmung in den ersten $^2/_3$ der Inspiration eine Drucksenkung, wenn nämlich zuerst fast rein thoracal eingeathmet wurde und erst gegen Ende der Inspiration das Zwerchfell in Action trat. — Auch Bert[3]), der ebenso wie Luciani die Druckschwankungen im Rectum durch Luftübertragung mit einer Marey'schen Kapsel aufzeichnete, beobachtete grosse Verschiedenheiten der Curven, die vollständig zu erklären, ihm nicht möglich sei. Interessant ist jedenfalls, dass er im Rectum Druckcurven erhielt, die denen von uns im Magen bei tiefer Athmung gewonnenen sehr ähnlich sind, nämlich rasches Sinken und langsame Erhebung während der Inspiration, leichte Senkung und rasche Steigerung während der Exspiration.

Wir haben also gesehen, daß unter gewöhnlichen Bedingungen der Druck im Oesophagus negativ, im Magen aber positiv ist und es lag nahe, unter Benutzung dieser Verhältnisse den Versuch zu machen, die Lage der Cardia zu bestimmen. Diesen Gedanken haben schon Purjecz und Rosenthal ausgesprochen und letzterer glaubte, weil im Oesophagus während der Inspiration

1) Archivio per la science mediche. Bd. 2. 1878.

2) Bei Quincke. Deutsches Arch. f. klin. Med. 1878. Stand uns leider im Original nicht zur Verfügung. D. Arch. f. klin. Med. Bd. XVII. 1876.

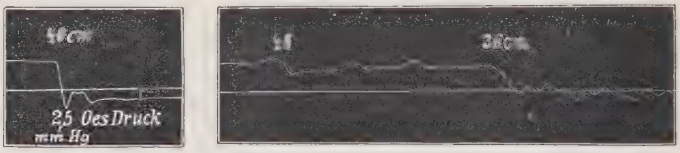
3) Bert, Leçons sur la physiologie comparée de la respiration. Paris 1870.

eine Drucksenkung, im Magen dagegen eine Drucksteigerung stattfindet mit dem Auffinden einer indifferenten Zone die Lage der Cardia bestimmt zu haben. Im intrathoracalen Theil des Oesophagus herrscht sicher ein negativer Druck; in dem von diesem durch das Zwerchfell abgeschlossenen abdominalen Theil, der sich wie die übrigen in die Peritonealhöhle eingeschlossenen Eingeweidehöhlen verhalten muss, wird beim Sitzen ein positiver Druck herrschen, so dass also die indifferente Zone dem Hiatus oesophageus und nicht der Cardia entspräche. Eine Bestimmung der Cardialage unter Benutzung der Druckverhältnisse ist überhaupt nur möglich, wenn die Cardia geschlossen ist, und im abdominalen Theil des Oesophagus und dem Magen verschiedener Druck herrscht. Da letzteres aber, wenn wir von den durch die verschiedenen Füllungsgrade und Contractionszustände der musculösen Wandungen bedingten Differenzen absehen, nicht der Fall ist, stellten wir künstlich dieses Verhältniss her, indem wir den Magen je nach dem früher oder später eintretenden Spannungsgefühl auf 4—12 mm Hg Druck aufblähten. Auf diese Art hatten wir unter Annahme eines Cardiaverschlusses, dessen Lage wir bestimmen wollen, drei hintereinander gelegene Räume von verschiedenem Druck geschaffen. Die Versuche wurden nun so ausgeführt, dass eine Sonde entweder vom Magen aus in den Oesophagus oder den umgekehrten Weg geführt wurde und die Druckschwankungen mit einem Hg-Manometer oder Marey'scher Kapsel aufgeschrieben wurden. Dabei bedienten wir uns einer dünnen englischen Sonde, weil beim Gebrauch der gewöhnlichen Magenschläuche leicht ein Druckausgleich stattfand, indem der Verschluss zwischen zwei Räumen von verschiedenem Druck sich nach Passage des dicken Sondenendes nicht sofort wiederherstellte.

Bei unseren Versuchen unter Registrirung der Druckverhältnisse mittels Hg-Manometer wurde in der Regel beim Herausziehen der Sonde aus dem Magen ca. 6 cm hinter der oberen Zahnreihe eine geringere oder grössere Druckschwankung beobachtet. Diese stellte sich dar entweder als ein kurzer positiver Ausschlag oder als geringe Senkung des Druckes; in anderen Fällen war die Drucksenkung eine bedeutende entweder bis nahe an oder unter die Luftdruckabscisse. Beim weiteren Herausziehen der Sonde waren die Verhältnisse sehr wechselnd, entweder blieb der Druck dauernd positiv, wenn die Sonde auch schon längst in den intrathoracalen Theil des Oesophagus eingetreten war, ein Verhalten, das wir nur aus einem Luftübertritt aus dem Magen in die Speiseröhre er-

klären können. In anderen Fällen wurde und blieb der Druck von ca. 40 cm hinter der oberen Zahnreihe negativ, ein Befund, den wir uns nur so erklären können, dass durch ein Einführen des Schlundrohres in den intraabdominalen Theil des Oesophagus dieser Abschnitt unter Aufhebung des Zwerchfellabschlusses in dauernde Kommunikation mit dem intrathoracalen Theil gesetzt wurde und dadurch dessen Druck angenommen hatte; dieser Fall scheint ziemlich häufig einzutreten (vgl. Fig. 4a). In wieder anderen Fällen erfolgte nach der bei 40 cm eingetretenen Druckveränderung bei etwa 36—37 cm ein starker negativer Ausschlag, worauf respiratorische Schwankungen eintraten (vgl. Fig. 4b). Dies können wir uns nur so erklären, dass bei der letztgenannten Ent-

Curve 4.



a. b.

fernung das Sondenende in den intrathoracalen Theil des Oesophagus eingetreten ist. Dann müssen wir aber annehmen, dass die bei ca. 40 cm beobachtete Schwankung an der Cardia entstanden ist. Verschweigen dürfen wir allerdings nicht, dass bei dieser Versuchsanordnung in einer Reihe von Fällen der Austritt der Sonde aus dem Magen durch eine Druckschwankung sich nicht markirte, dass aber bei weiterem Herausziehen, in einer Entfernung von ca. 36—37 cm also beim Eintritt in den Thorax ein starker negativer Ausschlag beobachtet wurde, so dass es scheinen könnte, als ob Magen und abdominaler Theil des Oesophagus eine räumliche Continuität darstellten.

Beweisender scheinen uns die Versuche unter Registrirung des Druckes mittelst Marey'scher Kapsel zu sein. Bei der grossen Empfindlichkeit dieser Instrumente konnten wir auch die, wie wir sahen, zu manchen Täuschungen Veranlassung gebende Magenaufblähung unterlassen oder auf ein Minimum beschränken. Führten wir die Sonde ein und verbanden mit dem Schreibapparat, so sahen wir anfangs im Magen nur ganz geringe Schwankungen. Erst bei 39—40 cm wurden die respiratorischen Schwankungen vielleicht unter geringer Senkung des durchschnittlichen Druckes bedeutend stärker, zeigten aber deutlich das für ruhige Athmung im Abdomen

characteristische inspiratorische Ansteigen und exspiratorische Abfallen des Druckes. Erst ca. 36—37 cm hinter der oberen Zahnreihe zeigte sich ein plötzliches Sinken des Druckes, worauf die respiratorischen Schwankungen exspiratorisch steigend und inspiratorisch fallend wurden: wir befanden uns also im Oesophagus. Bei Führung der Sonde in umgekehrter Richtung war die Reihenfolge der Erscheinungen die umgekehrte. Wir beobachteten also während der Ueberführung der Sonde aus dem Magen in den intrathoracalen Theil des Oesophagus, bevor wir das Diaphragma passirten, eine Veränderung des Druckes gegenüber dem im Magen herrschenden. Wir müssen also in einen unter dem Zwerchfell gelegenen vom Magen getrennten Raum eingetreten sein. Das kann aber nur der intraabdominelle Theil des Oesophagus sein, der in diesen Fällen durch die Contraction der Cardia vom Magen getrennt war. Danach betrüge die Entfernung der Cardia von der oberen Zahnreihe etwa 40 cm. Das Resultat unserer Versuche zur Entscheidung der Frage eines Cardiaverschlusses ist nicht eindeutig, so dass wir sagen müssen: ein Cardiaverschluss kommt wohl vor, besteht aber nicht immer.

Zum Schluss wollen wir noch einmal kurz zusammenfassend die im Oesophagus einerseits, im Magen andererseits erhaltenen Resultate unserer Untersuchungen gegenüberstellen.

Im Oesophagus haben wir einen mit den Untersuchungen anderer Autoren übereinstimmenden negativen Druck von durchschnittlich 3,5 mm Hg gefunden, während der Druck im Magen beim Sitzen, wobei die zur Erhaltung dieser Körperlage nothwendige Anspannung der Bauchmuskulatur, einen positiven intraabdominalen Druck hervorbrachte, positiv ca. 4 mm Hg betrug.

Der Druck im Oesophagus und Magen steht unter dem Einfluss der Respiration.

Im Oesophagus sinkt sowohl bei ruhiger wie bei tiefer Respiration der Druck während der Inspiration und steigt während der Exspiration und es bestehen nur graduelle Unterschiede der Schwankungen bei den 2 Arten der Athmung. Wenn man den oberen Verschluss des Oesophagus klaffend erhält, beobachtet man Luftströmungen in und aus der Speiseröhre und zwar beträgt das bei tiefer Athmung beobachtete Athemvolumen ca. 20,3 ccm. Die Bestimmung dieses Werthes ist von Bedeutung für die Diagnose von Erkrankungen des Oesophagus, welche mit einer Veränderung der Grösse des Lumens einhergehen, also speciell der Divertikel.

Im Magen haben im Gegensatz zum Oesophagus ruhige und

tiefe Athmung einen verschiedenen Einfluss auf die Druckverhältnisse. Bei ruhiger Athmung beobachtet man Steigen des Druckes bei Inspiration, Sinken bei Exspiration. Bei tiefer Athmung beobachtet man oft den entgegengesetzten Typus, meist aber sehr complicirte Druckschwankungen, wie sie im Oesophagus nie vorkommen können. Die Curve lässt unter diesen Verhältnissen während der Inspiration einen raschen Druckabfall mit darauf folgender Drucksteigerung, während der Exspiration rasche Drucksenkung, dann Drucksteigerung erkennen.

Bei einem Versuch, das Auftreten und die Verschiedenheiten der Druckerscheinungen zur Erkenntniss der Begrenzung und des Verhaltens des Lumens des Oesophagus zu verwenden, fanden wir dass der Halstheil des Oesophagus vom Ringknorpel bis zum Eintritt in den Thorax zu rechnen, demnach etwa 2—3 cm lang ist und dass sein Lumen geschlossen ist. Wir sahen ferner, dass der Brusttheil offen steht und ca. 36—57 cm hinter der oberen Zahnreihe am Hiatus oesophageus durch das Zwerchfell von dem 3—4 cm langen abdominalen Endtheil in der Regel abgeschlossen ist. Die Cardia befindet sich etwa bei 40 cm. Die Frage nach der Existenz eines Cardiaverschlusses können wir dahin beantworten, dass ein Verschluss wohl vorkommt, aber nicht immer besteht.

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geh.-Rath Erb, in dessen Klinik die Arbeit gemacht wurde, sowie Herrn Prof. Dr. Brauer für die Anregung zu der Arbeit und das grosse Interesse, das er derselben entgegengebracht hat, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.